



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 299 158**

51 Int. Cl.:
B65G 43/00 (2006.01)
B66B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **06253608 .1**
86 Fecha de presentación : **11.07.2006**
87 Número de publicación de la solicitud: **1743855**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **17.01.2007**

54 Título: **Transportador de cinta modular con motor de impulsión de velocidad variable.**

30 Prioridad: **15.07.2005 US 160944**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2008

73 Titular/es: **Laitram, L.L.C.**
220 Laitram Lane
Harahan, Louisiana 70123, US

72 Inventor/es: **DePaso, Joseph M.**

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Transportador de cinta modular con motor de impulsión de velocidad variable.

Antecedentes

La invención se refiere en general a transportadores impulsados mecánicamente, y a procedimientos para impulsar tales transportadores. Más en particular, la invención se refiere a transportadores de cinta o de cadena engranados positivamente con elementos motrices que se hacen girar mediante motores de arrastre de velocidad variable.

Las cintas y cadenas transportadoras modulares de plástico se construyen a base de filas de módulos de cinta o de eslabones de cadena conectados entre sí por medio de pernos de abisagramiento en uniones de bisagra en forma de bucles sin fin. Una cinta o cadena de ese tipo, es arrastrada alrededor de ruedas giratorias motrices y locas, tales como piñones dentados o tambores. Las ruedas motrices se hacen girar mediante motores. Superficies de control, tales como dientes, dispuestos en la periferia de las ruedas motrices y locas, engranan positivamente con las superficies correspondientes de las cintas o cadenas. Puesto que las filas de cinta o eslabones de cadena unidos abisagradamente, son rígidos, una cadena o cinta forma un polígono alrededor de la rueda motriz. De ese modo, el radio de la cinta o cadena varía periódicamente alrededor de la rueda motriz. Según hace el motor que la rueda motriz gire a una velocidad angular constante, el radio variable hace que la velocidad lineal de la cinta o cadena fluctúe, y las filas de cinta o eslabones de cadena suben y bajan con respecto a su línea de engrane con la rueda motriz. Esta "acción cordal", o "efecto polígono", provoca un movimiento vibratorio periódico y una variación de la velocidad lineal de la cinta o cadena, lo que puede hacer que choquen los artículos transportados en un transportador de producto, molestar a los pasajeros situados sobre una pasarela en movimiento, o incluso inducir resonancia y oscilaciones de elevada amplitud. Se puede reducir el efecto incrementando el número de superficies de contacto alrededor de la circunferencia de la rueda motriz. Las Figuras 1A y 1B muestran la velocidad lineal de una cinta o cadena para ruedas dentadas de 8 y 24 dientes, impulsada a velocidad angular constante. Pero, incluso con la más pequeña variación de velocidad de cinta con piñones dentados de 24 dientes, el efecto puede ser aún intolerable en determinadas aplicaciones. Y el radio incrementado de un piñón dentado de 24 dientes puede que no sea aceptable en aplicaciones con un espacio limitado.

Una alternativa que se ha utilizado para reducir la vibración debida a la acción cordal, consiste en situar guías en la entrada de la cinta al piñón dentado, para restringir el margen de subida y bajada de la cinta. Pero los impactos y la fricción entre la cinta y las guías pueden dañara a ambas. Otra alternativa para la reducción de la acción cordal ha sido descrita en la Patente U.S. núm. 6.892.874 de Pietz. La patente describe un dispositivo para reducir el efecto polígono en un transportador pedestre. El dispositivo incluye una rueda inversora, un engranaje que actúa sobre la rueda inversora, una unidad de fuente de alimentación, y un motor eléctrico de velocidad variable acoplado al engranaje y a la unidad de fuente de alimentación. El impulsor incluye también un generador de función, un aparato controlador acoplado al generador de fun-

ción, y al menos un sensor de posición para detectar una posición de fase de la rueda inversora. El sensor o sensores, envía(n) la posición de fase al aparato controlador, el cual transmite un valor de velocidad establecida sincronizada a la unidad de fuente de alimentación en base a la posición de fase. En este dispositivo de control de bucle cerrado, es importante que el aparato controlador mantenga el sincronismo entre la señal del sensor de posición y la señal de velocidad establecida. Además, el dispositivo no direcciona el problema de resonancia causado por las variaciones periódicas de la velocidad.

Así, existe una necesidad de un transportador de cinta en el que la cinta avance linealmente a velocidad constante, incluso con ruedas motrices de pequeño diámetro.

Sumario

De acuerdo con la invención, un transportador de cinta comprende una cinta transportadora construida con una serie de filas de eslabones de cinta conectados abisagradamente entre sí según un bucle sin fin engranado dinámicamente con un elemento motriz montado en un árbol motriz. Un motor acoplado al árbol motriz, hace que gire el árbol motriz y el elemento motriz. Un excitador de motor ha sido conectado al motor para controlar la velocidad del motor. Un elemento giratorio acoplado operativamente al árbol motriz para que gire según gira el elemento motriz, incluye un diseño patrón detectable predeterminado que varía de forma regular con la rotación del elemento giratorio. Un detector sensible al elemento giratorio para detectar el diseño patrón según gira el elemento giratorio, genera una señal de velocidad correspondiente al diseño patrón. El detector envía la señal de velocidad al excitador de motor para ajustar la velocidad del motor.

Otro aspecto de la invención proporciona un procedimiento para controlar la velocidad de un transportador que tiene una cinta modular impulsada por un elemento giratorio que se hace girar por medio de un motor impulsor controlado por un excitador de motor. El procedimiento comprende: determinar un perfil de velocidad en bucle abierto de la cinta modular como función de la posición angular del elemento giratorio según se hace girar el elemento giratorio a velocidad angular constante; desarrollar un perfil de velocidad inversa como función de la posición angular del elemento giratorio, relacionado inversamente con la variación del perfil de velocidad en bucle abierto; detectar el perfil de velocidad inversa según es impulsada la cinta transportadora modular, para generar una señal representativa del perfil de velocidad inversa; y, enviar la señal al excitador de motor para ajustar la velocidad del motor.

Las reivindicaciones dependientes proporcionan realizaciones preferidas de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y aspectos de la invención, así como sus ventajas, podrán ser mejor comprendidos mediante referencia a la descripción que sigue, a las reivindicaciones anexas, y a los dibujos que se acompañan, en los que:

Las Figuras 1A y 1B son diagramas de tiempo de la velocidad lineal de una cinta transportadora modular o de cadena de eslabones, impulsada por piñones dentados motrices de 8 y 24 dientes que se hacen girar a velocidad angular constante;

la Figura 2 es una representación gráfica en planta

superior de un porción de un sistema transportador de cinta modular, de velocidad controlada, que materializa las características de la invención;

la Figura 3 es una vista en alzado lateral del engrane de piñón dentado de cinta en un sistema transportador como el de la Figura 2;

la Figura 4 es un diagrama representativo de una versión de un sistema transportador como el de la Figura 2, que muestra un codificador de árbol;

la Figura 5 es una vista extrema de un codificador de árbol de fase ajustable, como el de la Figura 4;

la Figura 6 es una representación en alzado, extrema, de una porción del árbol motriz de otra versión de control de velocidad para una cinta modular como la de la Figura 2, que incluye un piñón dentado inverso multi-lobulado;

la Figura 7 es una representación gráfica, en vista lateral, del piñón dentado motriz y del piñón dentado inverso de la Figura 6;

la Figura 8 muestra dos piñones dentados inversos desfasados entre sí, y

la Figura 9 es un diagrama de bloques de una configuración anti-resonancia utilizable en un sistema transportador como el de la Figura 2.

Descripción detallada

Una versión de un sistema transportador modular de cinta que materializa las características de la invención, ha sido mostrada en las Figuras 2 y 3. El sistema 20 transportador incluye una cinta 22 transportadora modular construida en base a una serie de filas 24, 24' de módulos 26, 26' de cinta, conectados extremo con extremo por medio de varillas 28 de abisagramiento en las uniones 30 de bisagra entre filas consecutivas. (La distancia entre uniones de bisagra consecutivas define el paso de cinta). Aunque cada fila de la cinta podría contener solamente un único módulo, o eslabón, como en una cadena, la cinta incluye con preferencia un número de eslabones lado con lado en cada fila, dispuestos según un diseño de mampostería de ladrillo con los eslabones de otras filas, para formar una cinta transportadora sin fin. Cintas de plástico modulares tales como las fabricadas y vendidas, por ejemplo, por Intralox, L.L.C., de Harahan, Luisiana, U.S.A., y utilizadas en muchas aplicaciones de transporte, incluyen los transportadores de productos y las pasarelas pedestres.

La cinta transportadora se extiende, en cuanto a espesor, desde una superficie 33 interna hasta una superficie 32 de transporte exterior en cuya parte superior son transportados los artículos o las personas. Las superficies 34 de recepción de impulsión situadas en la superficie interna de la cinta, reciben una fuerza impulsora procedente de las superficies 36 motrices, tal como las caras de los dientes 37 dispuestos en las periferias de los elementos motrices, por ejemplo, ruedas motrices que comprenden tambores o piñones dentados 38 motrices. Los dientes consecutivos están situados con separaciones regulares en relación con el paso de cinta. La cinta es arrastrada entre piñones dentados 38 motrices en un extremo del transportador, y piñones dentados locos (no representados) en el otro extremo. Las ruedas motrices están separadas axialmente a lo largo de un árbol 40 motriz recibido en un orificio 42 central de cada rueda. El orificio y el árbol pueden ser cuadrados según se muestra, pero podrían ser de alguna otra forma, tal como circulares con una chaveta. Los extremos 41 redondeados del árbol motriz están soportados en bloques 42 de ro-

damiento. Las ruedas motrices dispuestas en el árbol motriz se hacen girar por medio de un motor 44 eléctrico, típicamente acoplado al árbol a través de una caja de engranajes 46. Según giran las ruedas motrices, éstas hacen que la cinta avance linealmente a lo largo de una sección de guiado 48 en la dirección de desplazamiento 50 de la cinta.

Un generador 52 de señal de velocidad, se encuentra acoplado operativamente al árbol motriz. El generador de señal de velocidad genera una señal 54 de velocidad que está relacionada de manera inversa con la magnitud de la variación de la velocidad lineal de la cinta transportadora a lo largo de la sección de guiado en la dirección de desplazamiento de la cinta cuando se hace que las ruedas motrices giren a velocidad angular constante. Esta velocidad lineal descompensada está representada por las formas de onda de las Figuras 1A y 1B para el par de piñones dentados de 8 y 24 dientes. Las características de velocidad se repiten regularmente con el paso de la cinta. El generador de señal de velocidad está codificado con un diseño patrón que produce una relación inversa respecto a la velocidad de cinta descompensada como se indica en la forma de onda 54 de la señal de velocidad. La señal de velocidad se aplica a un excitador 46 de motor, tal como un excitador de frecuencia variable, para ajustar la velocidad del motor conforme a la señal de velocidad a través de líneas 58 de control. De esta manera, las variaciones de velocidad lineal de la cinta debidas a la acción cordal, pueden ser compensadas mediante la variación de la velocidad del motor impulsor y, por consiguiente, la velocidad rotacional de las ruedas motrices. La señal de velocidad puede ser adelantada o retrasada opcionalmente en un elemento 60 de filtro, el cual puede estar realizado según un filtro analógico o digital con ajuste de fase ajustable o fija. Este ajuste de fase permite que la velocidad rotacional pueda ser sintonizada con el fin de optimizar la velocidad lineal de la cinta mediante compensación de diversas constantes de tiempo del sistema.

Una versión de un generador de señal de velocidad, ha sido mostrada en las Figuras 4 y 5. En esta versión, el generador 52 de señal de velocidad está realizado a modo de codificador óptico de árbol que tiene un rotor 62 montado en el árbol 40 motriz para su rotación con las ruedas 38 motrices. En el rotor se ha codificado un patrón 64 que se repite con cada superficie 36 motriz consecutiva de la rueda motriz. El patrón está relacionado con la velocidad lineal descompensada de la cinta según se hace girar el árbol a velocidad angular constante. Un lector o detector, en forma de sensor 66 óptico, detecta el patrón y envía una señal 54 de velocidad, que varía inversamente con la velocidad lineal descompensada de la cinta, hasta el motor 56 impulsor. El impulsor suma esta señal de velocidad con la señal de velocidad constante para producir una señal de frecuencia variable en las líneas 58 de control para el motor 44 acoplado al árbol por medio de la caja de engranajes 46. La fase de la señal de velocidad con relación a la posición rotacional del árbol, puede ser ajustada por medio de un elemento de filtro como en la Figura 2, o haciendo girar el detector 66 en relación al rotor 62. El detector se ha fijado al alojamiento 68 que circunda al rotor. El alojamiento puede ser girado en cualquier dirección como se muestra mediante la flecha 70 de doble cabeza en la Figura 5, para adelantar o atrasar la fase de la señal de velocidad con relación a la posición angular

del árbol motriz, y constituye un medio alternativo de enfaseado para un control de velocidad de sintonización fina de la cinta.

Otra realización de generador de señal de velocidad ha sido mostrada en las Figuras 6 y 7. En esta versión, un piñón 72 dentado inverso ha sido montado para su rotación en el árbol 40 motriz, junto con la rueda 38 motriz. Cada diente de la periferia de la rueda 37 motriz está asociado a un lóbulo 74 que forma una porción de la periferia del piñón dentado inverso. El piñón dentado se denomina piñón dentado inverso debido a que el diseño patrón multi-lóbulo está relacionado inversamente con la velocidad lineal descompensada de la cinta para un árbol motriz que se hace girar a velocidad angular constante. En este ejemplo, la distancia radial desde el centro de rotación hasta la periferia del piñón dentado inverso es proporcional en general a la amplitud de la señal de velocidad deseada. De ese modo, la amplitud de la señal de velocidad es máxima M cuando el diente de la rueda motriz está en la posición superior T, y es mínima m cuando el punto medio P entre dientes consecutivos está en la posición superior T. La periferia del piñón dentado giratorio forma una leva 76 cuya distancia varía entre M y m con la posición angular del árbol. La posición angular del piñón dentado de leva se detecta por medio de un seguidor 78 de leva, con un rodillo 80 que cabalga a lo largo de la superficie de leva. Según gira la leva, el seguidor se traslada de acuerdo con la flecha 82 hacia un detector 84, el cual convierte la amplitud de las traslaciones en una señal de velocidad proporcional. Para la rueda motriz de 8 dientes de la Figura 7, la superficie de leva lobulada asociada varía de forma regular entre el máximo M y el mínimo m cada $360^\circ/8$, o 45° . En general, para un elemento motriz con N superficies motrices equiespaciadas, la señal de velocidad extraída de un generador de señal de velocidad, ya sea una leva mecánica o ya sea un codificador electrónico, varía desde un máximo hasta un mínimo por cada rotación del elemento motriz en $360^\circ/N$.

La periferia del piñón dentado de leva o el diseño patrón presente en el codificador óptico, pueden ser representados también como una función matemática $F(\theta)$ que defina un perfil de velocidad como función de la posición angular θ de la rueda motriz giratoria. En el caso de la leva lobulada, $F(\theta)$ es justamente la distancia radial de superficie de leva desde su centro de rotación en cualquier posición angular θ . Aunque $F(\theta)$ representa un perfil de velocidad para compensar las fluctuaciones de velocidad debidas a la acción cordal en los ejemplos presentados, también podría representar otros perfiles de velocidad diseñados para otros objetivos de comportamiento deseados. El perfil de velocidad $F(\theta)$ puede ser deter-

minado experimentalmente o analíticamente para cada paso de rueda motriz, número de dientes, procedimiento de engrane, o cualquier otro factor físico pertinente.

Al igual que la fase de la señal de velocidad con relación a la posición rotacional de la rueda motriz en el control de velocidad codificado ópticamente, también se puede ajustar la fase del piñón dentado de leva. Según un ejemplo, la fase del piñón dentado que gira en contra de las agujas del reloj a la izquierda 72' en la Figura 8, atrasa la rueda dentada de la derecha 72 en un ángulo φ de $22,5^\circ$ ($1/16$ de un giro, o 180° en la señal de velocidad). El cambio de fase φ se debe a la orientación del orificio 42 cuadrado con relación al diseño patrón periférico que forma la superficie 76 de leva. De ese modo, el perfil de la periferia, que puede ser adelantado o atrasado, viene dado por $F(\theta \pm \varphi)$. El ejemplo muestra un ajuste basto. Cambios de fase mucho más pequeños, tal como para alinear los máximos lobulares con las caras motrices en vez de con los centros de los dientes, o para compensar retardos inherentes en tiempos de respuesta mecánica en el tren motriz o en los detectores de velocidad, son más probables. Algunos ejemplos de formas mecánicas de ajustar la fase de un piñón dentado de leva, son: utilizar un orificio redondo con estructura de chaveta separada circunferencialmente alrededor de la pared del orificio; utilizar un orificio poligonal que pueda recibir un árbol cuadrado según un número de orientaciones relativas; y, ajustar la posición del seguidor de leva con relación a la leva.

La variación periódica de velocidad debida a la acción cordal o a la señal periódica de compensación de velocidad proporcionada al impulsor, puede servir como función forzada para inducir resonancia en un sistema de cinta. Una forma de reducir cualquier tendencia del sistema a resonar, consiste en enviar de forma aperiódica señales de impulso de velocidad al motor. El diagrama de bloques de la Figura 9 muestra una señal 54 de velocidad para producir una señal compuesta de control de impulsor por la línea 58 de control, que rompe o impide incluso que se formen resonancias. La señal anti-resonancia puede ser generada internamente en el excitador de motor, o externamente desde un dispositivo separado. Su amplitud puede ser constante o variar de pulso en pulso, o dentro de cada pulso.

De ese modo, la invención proporciona un dispositivo de velocidad variable que compensa las fluctuaciones de velocidad lineal de la cinta debidas al efecto cordal de una cinta modular que engrana con un elemento motriz giratorio. Esto permite que se puedan utilizar ruedas dentadas de pequeño diámetro con pocos dientes en instalaciones transportadoras de espacio limitado.

REIVINDICACIONES

1. Un transportador (20) de cinta, que comprende una cinta (22) transportadora construida con una serie de filas (24, 24') de eslabones (26, 26') de cinta conectados abisagradamente entre sí según un bucle sin fin engranado dinámicamente por un elemento (38) motriz montado en un árbol (40) motriz, y que se hace girar mediante un motor (44) acoplado al árbol motriz, un excitador (56) de motor conectado al motor para controlar la velocidad del motor, un elemento (62; 72) giratorio acoplado al árbol motriz para su rotación según gira el elemento motriz, y un detector (66; 84) que envía una señal al excitador de motor; que se **caracteriza** porque:

el elemento giratorio incluye un diseño patrón (64; 76) detectable predeterminado que define un perfil de velocidad que varía regularmente con la rotación del elemento giratorio, y el detector es sensible al elemento giratorio para detectar el diseño patrón según gira el elemento giratorio, y genera una señal (54) de velocidad para su envío al excitador de motor, correspondiente con el diseño patrón.

2. Un transportador de cinta según la reivindicación 1, en el que el elemento giratorio está montado directamente sobre el árbol motriz.

3. Un transportador de cinta según la reivindicación 1 ó 2, en el que el elemento giratorio incluye un rotor codificado de un codificador óptico de árbol, y el detector incluye un lector óptico del codificador de árbol.

4. Un transportador de cinta según la reivindicación 1 ó 2, en el que el elemento giratorio incluye una leva multi-lobulada, y el detector incluye un seguidor (78) de leva que cabalga sobre la leva.

5. Un transportador de cinta según cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento giratorio incluye medios (60; 70) de enfasado para adelantar o atrasar el diseño patrón detectable predeterminado con relación a la rotación del árbol motriz.

6. Un transportador de cinta según la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, que comprende además medios de enfasado para retrasar la señal de velocidad respecto al excitador de motor.

7. Un transportador de cinta según la reivindicación 1 ó 2, en el que el elemento giratorio incluye un piñón dentado de leva, montado en el árbol motriz para su rotación con el elemento motriz situado en el árbol motriz, en el que el piñón dentado de leva incluye una superficie periférica que forma una leva codificada con un perfil multi-lobulado que representa la variación de velocidad de la cinta transportadora cuando el elemento motriz es impulsado a velocidad angular constante, y el detector incluye un seguidor de leva que contacta con la leva y que se mueve proporcionalmente a la distancia radial desde el eje del árbol motriz hasta el punto de contacto del seguidor de leva con la leva, generando el detector la señal de

velocidad correspondiente al movimiento del seguidor de leva.

8. Un transportador de cinta según cualquier reivindicación anterior, que comprende además medios (78) para proporcionar señales aperiódicas de impulso de velocidad al excitador de motor, para impedir la resonancia en la cinta.

9. Un transportador de cinta según cualquier reivindicación anterior, en el que el excitador de motor es un excitador de frecuencia variable.

10. Un transportador de cinta según cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento motriz tiene una pluralidad de superficies (36) impulsoras, separadas circunferencialmente alrededor de la periferia del elemento motriz, y en el que el diseño patrón detectable predeterminado está definido por una función $F(\theta)$ de perfil de velocidad predeterminada que se repite con la separación de las superficies impulsoras de la periferia del elemento motriz, donde θ es la posición angular del elemento motriz giratorio.

11. Un transportador de cinta según la reivindicación 10, en el que la función $F(\theta)$ de perfil de velocidad predeterminada está relacionada inversamente con la magnitud de la variación de velocidad de la cinta transportadora cuando elemento motriz giratorio es impulsado a velocidad angular constante.

12. Un procedimiento para controlar la velocidad de un transportador que tiene una cinta modular impulsada por elemento giratorio que se hace girar por medio de un motor impulsor controlado por un excitador de motor, comprendiendo el procedimiento:

proporcionar un transportador de cinta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11;

determinar un perfil de velocidad en bucle abierto de la cinta modular en función de la posición angular del elemento giratorio según se hace girar al elemento giratorio a velocidad angular constante;

desarrollar un perfil de velocidad inversa como función de la posición angular del elemento giratorio relacionada inversamente con la variación del perfil de velocidad en bucle abierto;

detectar el perfil de velocidad inversa según es impulsada la cinta transportadora modular, para generar una señal representativa del perfil de velocidad inversa;

enviar la señal al excitador de motor para ajustar la velocidad del motor.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además:

adelantar o atrasar la fase del perfil de velocidad inversa con relación a la posición angular del elemento giratorio.

14. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además:

proporcionar señales aperiódicas de impulso de velocidad al excitador de motor, para impedir la resonancia en la cinta.

Piñón de 8 dientes

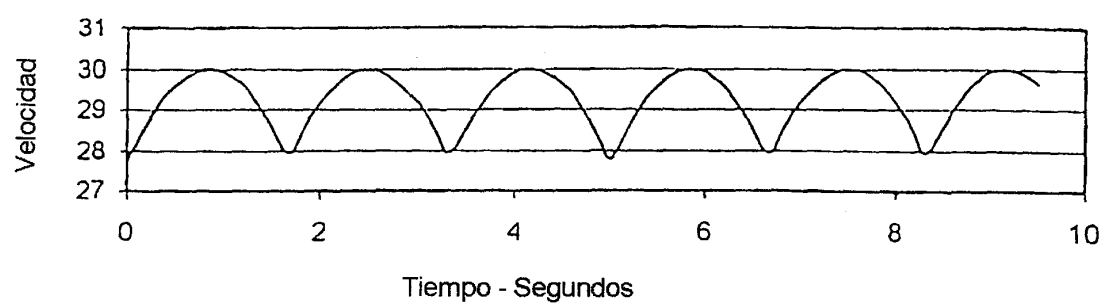


FIG. 1A

Piñón de 24 dientes

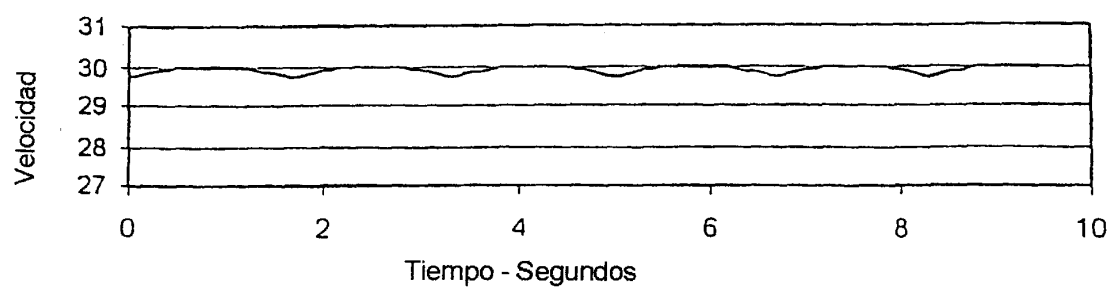


FIG. 1B

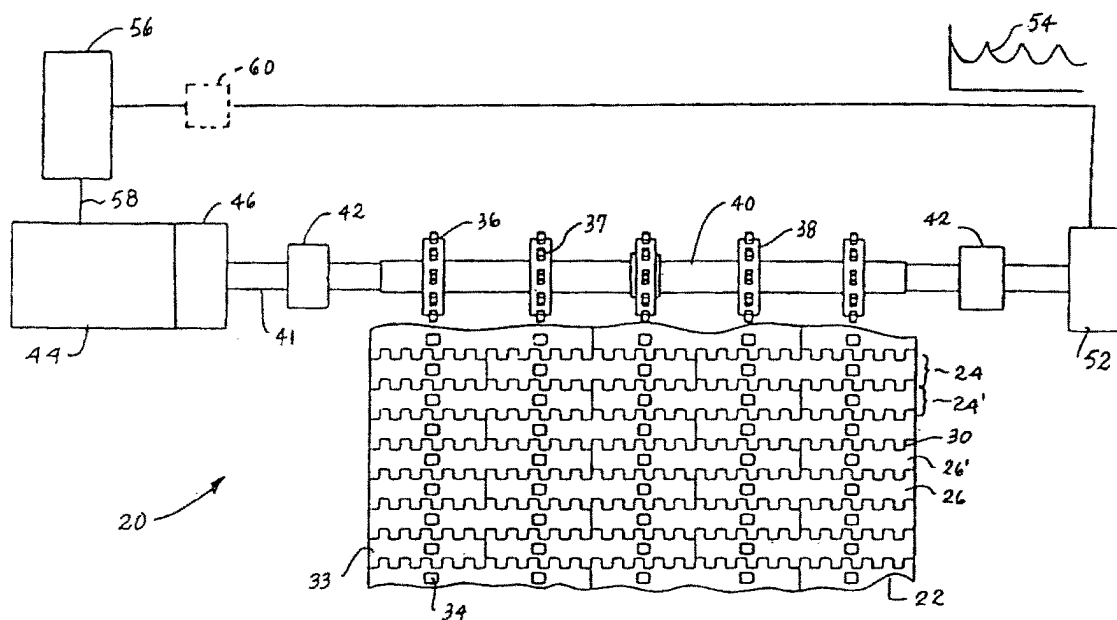


FIG. 2

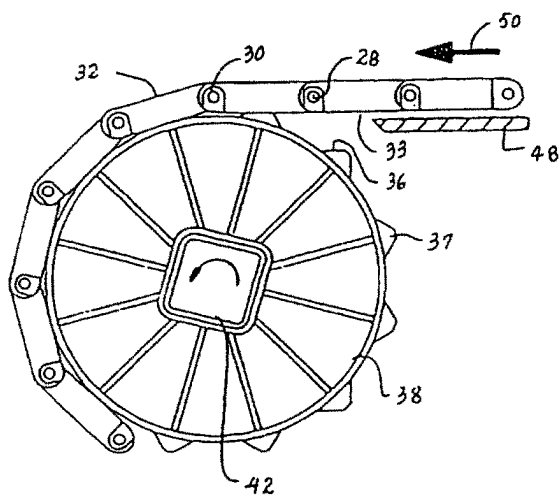
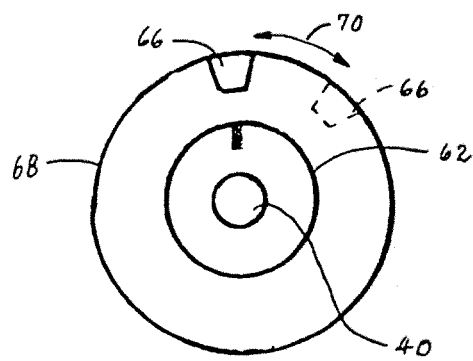
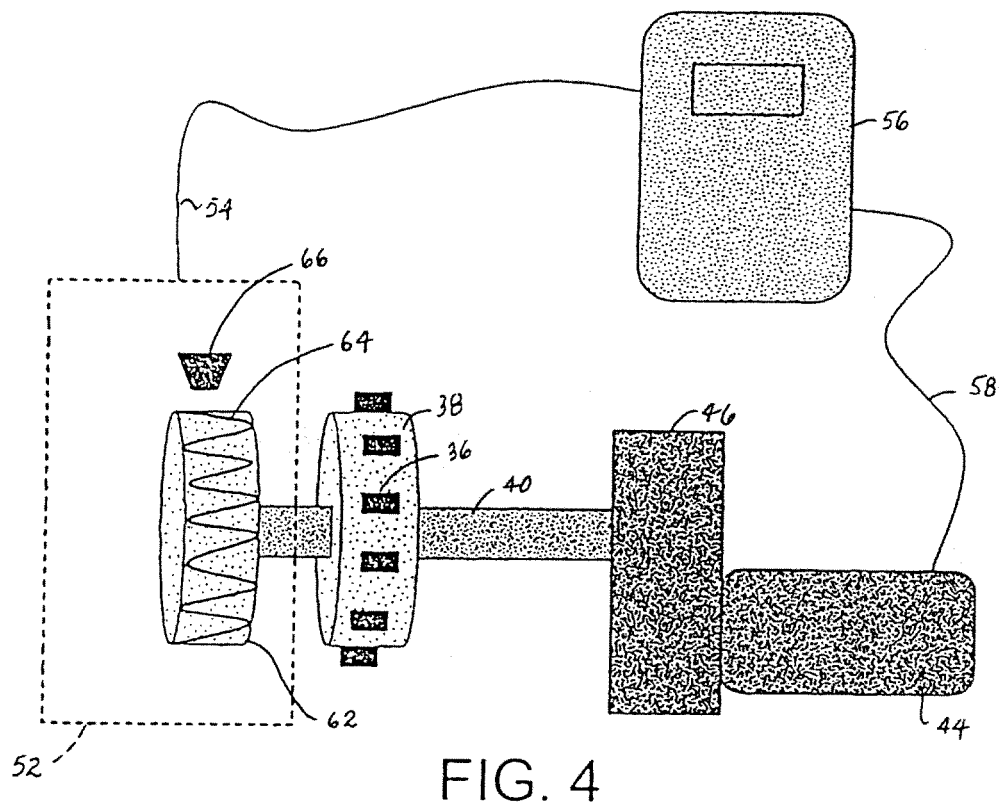


FIG. 3



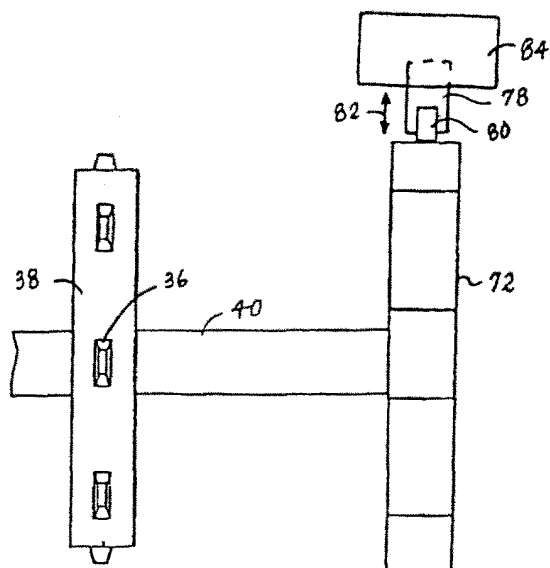


FIG. 6

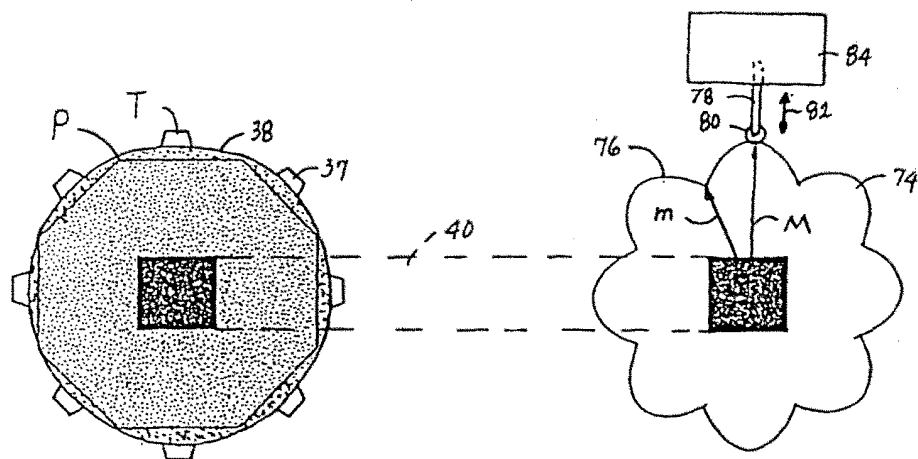


FIG. 7

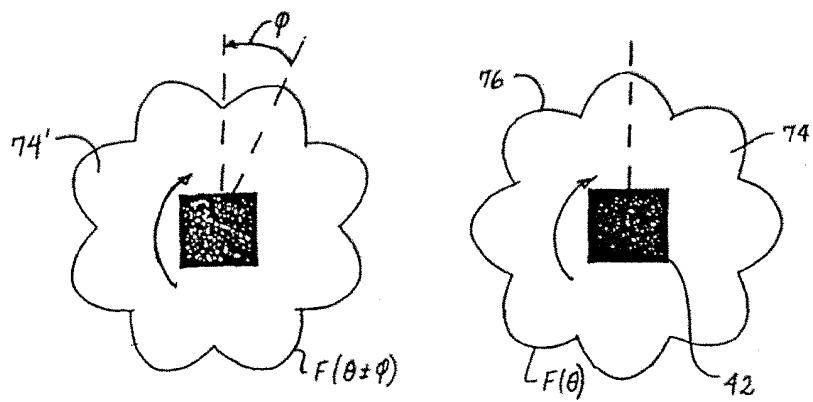


FIG. 8

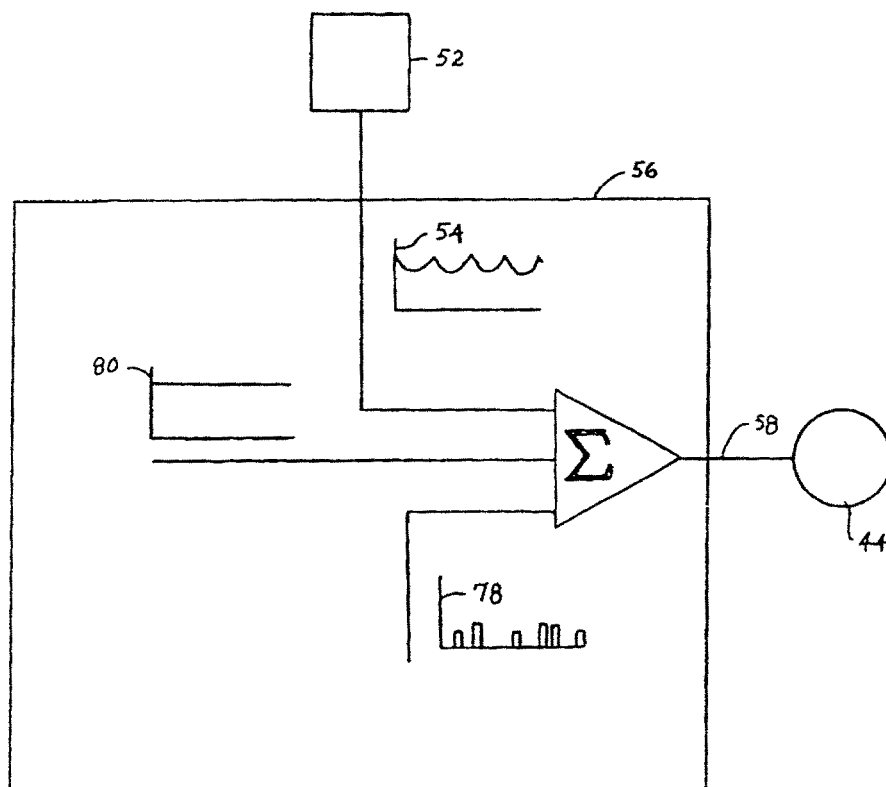


FIG. 9